DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGIA Y MECANICA

CARRERA DE

[ ] Mecánica

[X] Mecatrónica

ASIGNATURA

[ ] Automatización Industrial Mecánica

[ ] Instrumentación Industrial Mecánica

[X] Instrumentación Aplicada a la Mecatrónica

TRABAJO AUTÓNOMO 3:

Revisar la teoría de los sensores primarios para lo cual el alumno presentara un resumen que contenga los siguientes parámetros

INTEGRANTES

Nombre	Paralelo
AYALA PAGUAY ANTHONY DAVID	14090

FECHA DE ENTREGA	HORA
01 DE **DICIEMBRE** DEL 2023	23:59

DEBER 3

Revisar la teoría de los sensores primarios para lo cual el alumno presentara un resumen que contenga los siguientes parámetros:

- Teoría completa del funcionamiento y los elementos que lo componen

  Es un dispositivo que mide magnitudes físicas o químicas en el entorno obteniendo una señal transducidle a partir de la magnitud física a medir, las magnitudes de entrada y salida son de tipo no eléctrico.

  El funcionamiento básico implica la captación de la magnitud a medir mediante un elemento sensor, que puede ser mecánico, óptico, químico, o eléctrico. Una vez que se captura la magnitud, el sensor la convierte en una señal eléctrica proporcional, que puede ser analógica o digital, dependiendo del tipo de sensor y de la aplicación. Esta señal eléctrica luego se procesa y se utiliza para tomar decisiones o realizar acciones según los requisitos del sistema.

- Variaciones de los dispositivos que existen

  Tecnología de detección
  Pueden emplear diferentes tecnologías de detección según sea la magnitud medida. Por ejemplo, pueden basarse en principios mecánicos, ópticos, eléctricos, magnéticos, químicos o acústicos.

  Rango de medición
  Los sensores primarios tienen un rango de medición específico, es decir, una gama de valores dentro de la cual pueden detectar y medir una magnitud.

  Precisión y exactitud
  Se refiere a la capacidad del sensor para proporcionar medidas consistentes y repetibles, mientras que la exactitud se refiere a qué tan cerca está la medida del valor real.

  Sensibilidad
  La sensibilidad de un sensor se refiere a la capacidad de detectar cambios pequeños en la magnitud medida.

  Salida de señal
  Los sensores primarios pueden tener diferentes tipos de salidas de señal. Algunos sensores producen una señal analógica, como una corriente o voltaje proporcional a la magnitud medida.

Condiciones de operación
Los sensores primarios pueden tener requisitos específicos en cuanto a las condiciones de operación, como la temperatura, la humedad o la presión. Algunos sensores pueden ser más sensibles a las condiciones ambientales y requerir un entorno controlado para un rendimiento óptimo.

Tiempo de respuesta
Se refiere al tiempo que tarda en detectar y responder a un cambio en la magnitud medida. Algunos sensores tienen tiempos de respuesta muy rápidos, lo que los hace adecuados para aplicaciones en las que se requiere una respuesta inmediata, como en sistemas de control en tiempo real.

Robustez y durabilidad
Se refieren a su capacidad para soportar condiciones adversas, como vibraciones, golpes, exposición a agentes químicos o altas temperaturas.

Consumo de energía
Es un punto importante para considerar, especialmente en aplicaciones con limitaciones de energía, como dispositivos portátiles o sistemas alimentados por batería.

Calibración y mantenimiento
Algunos sensores primarios requieren calibración periódica para asegurar su precisión y confiabilidad a lo largo del tiempo. Además, pueden necesitar un mantenimiento regular.

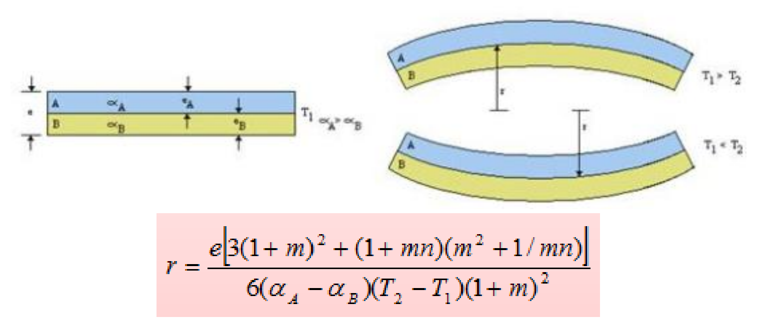
Costo
Los sensores primarios varían en términos de costos, que pueden depender de varios factores, como la tecnología utilizada, la precisión, la sensibilidad y la disponibilidad en el mercado.

Tamaño y forma
Los sensores primarios también pueden variar en términos de tamaño y forma física. Algunos sensores son compactos y pueden integrarse fácilmente en dispositivos pequeños, mientras que otros pueden ser más grandes y requerir un espacio adicional.

- Ecuaciones que determinan el funcionamiento de dispositivo y sus tipos

Sensor bimetálico

Es un dispositivo que está compuesto por dos láminas de metal, cada una de diferente material con diferentes características. Estas laminas monitorean los cambios de temperatura y dependiendo del calor que pase por ellas se pueden contraer o expandir.



$$r = \frac{e\left[3(1+m)^2 + (1+mn)(m^2 + 1/mn)\right]}{6(\alpha_A - \alpha_B)(T_2 - T_1)(1+m)^2}$$

Si los materiales que componen el sensor son de módulos u espesores similares (m=1, n=1), la expresión es:

$$r = \frac{2e}{3(\alpha_A - \alpha_B)(T_2 - T_1)}$$

e	= Espesor total de la pieza.
n	= Relación entre módulos de elasticidad = E_B/E_A.
m	= Relación de espesores = e_B/e_A.
α_A, α_B	= Coeficientes de dilatación lineal.

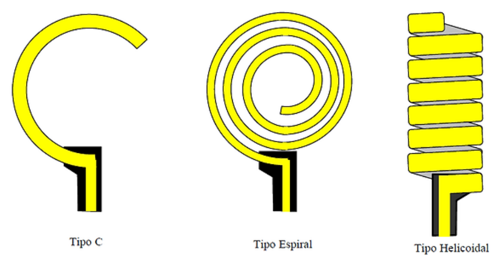
Sensores de presión

Es un dispositivo que detecta y mide la presión. En este caso, la presión se define como la cantidad de fuerza ejercida sobre un área.

Algunos de los tipos más comunes de sensores de presión:

- **Tubo de Bourdon**

Este tubo se le da una forma curvada específica, que varía según el rango de la presión a medir y las características del tubo.

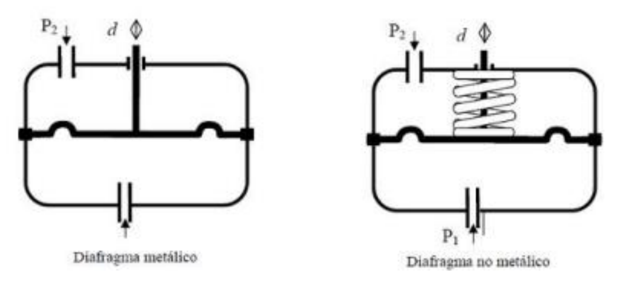


Diseño de tubos de bourbon: La expresión que relaciona la deflexión angular con la presión es:

$$\Delta\alpha = K\frac{\alpha P}{E}\left(\frac{R}{t}\right)^x \left(\frac{A}{B}\right)^Y \left(\frac{A}{t}\right)^Z$$

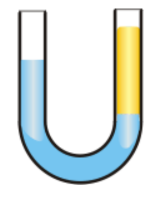
Diafragma

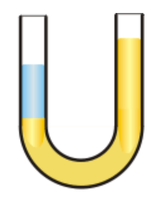
Es un disco metálico o no metálico que se han hecho corrugaciones circulares concéntricas, Ese se acopla a una caja por la cual se introduce la presión a medir.



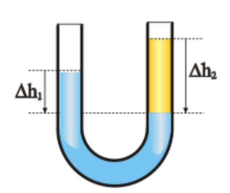
$$d = KN(P - P_0)Da^4T^{-1.5}$$

Tubos en U





Se trata de un tubo transparente doblado en forma de "U" y abierto en ambos extremos. Por cada rama se vierten dos líquidos de diferente densidad e inmiscibles entre sí; por ejemplo, agua y aceite de cocina.



Como el líquido por debajo de ese nivel es de un sólo tipo, la presión en ese nivel es idéntica en ambas ramas. La superficie que queda al aire en ambos fluidos también es la misma.

ΔP1 = ΔP2

Aplicando entonces el principio general de la hidrostática en ambas columnas tenemos:

ρ1 Δh1 = ρ2 Δh2

y también

δ1 Δh1 = δ2 Δh2

Sensores de flujo y caudal

$$V = \sqrt{\frac{2\,(P_t - P_s)}{\rho}}$$

Ps: Presión estática

p: Densidad del fluido

V: Velocidad del fluido

De esta ecuación despejamos la velocidad para realizar el cálculo de la velocidad del fluido

Tubos de pilot:

Es un artefacto que se usa para calcular la velocidad del flujo, por medio del cálculo de la presión total, para determinar la velocidad del fluido que se encuentra en dicho caudal.

$$Pt = Ps + \left(\frac{\rho * V^2}{2}\right)$$

Donde:

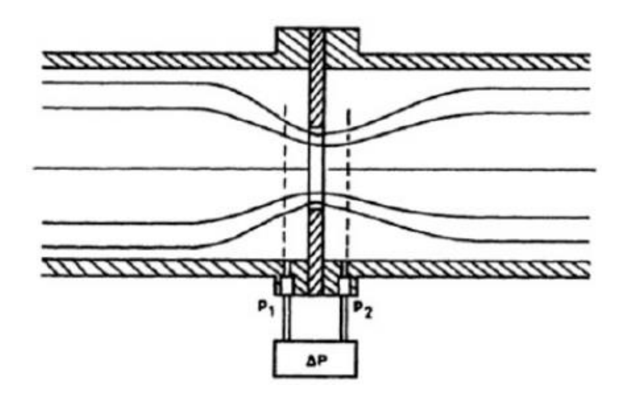
Pt: Presión total

Caudalimetro de obstrucción

Su funcionamiento se puede describir a partir de:

$$p + \rho g z + \rho v^2/2 = C$$

- $p = presion\ estatica$
- $\rho = densidad\ del\ fluido$
- $g = gravedad$
- $z = altura\ geometrica$
- $v = velocidad\ del\ fluido$
- $\frac{\rho v^2}{2} = presion\ dinamica$

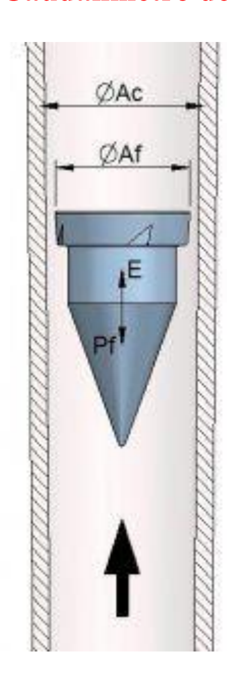


Se denomina obstrucción a una restricción de flujo de área constante. En ella se produce una caída de presión que depende del flujo.

Si un conducto cerrado se interpone con un orificio, hay una contracción de la vena fluida, que pasa de tener una sección transversal A1 a una sección transversal A2 y ello lleva asociado un cambio de velocidad

$$Q = A_1V_1 = A_2V_2$$

Caudalimetro de area variable



Se conocen como “rotámetros”**.** Se trata de medidores de caudal simples pero eficaces para la medición de caudales de líquidos, gases o vapor.

El fluido circula a través del tubo elevando al flotador hasta una posición con suficiente área libre para permitir el paso del flujo. Esta área libre está relacionada con el caudal circulante, el peso del flotador y la densidad y viscosidad del fluido.

Af = Área del flotador

Ac = Área del tubo

Pf = Peso del flotador

E = Empuje del fluido

Área libre: Al = Ac-Af

Cada posición del flotador corresponde a un caudal que se refleja mediante escalas equivalentes grabadas directamente en el tubo de medida.

Lo que marca la variación de área es la conicidad del tubo.

Turbinas:

Es un medidor de caudal preciso y fiable para líquidos y gases.

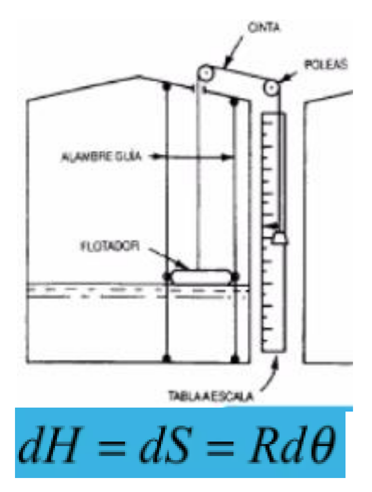
CALIBRACION DEL CAUDALIMETRO DE TURNINA

$$A_{j2} = \frac{\left(\frac{A_{j1}}{100} + 1\right) * Q_b - Q_c}{Q_c} \times 100$$

- **Aj1:** Es el valor del parámetro de ajuste con el que se ha hecho la(s) carga(s) en tanto por ciento (%). Si es la primera vez que se ajusta, este valor es Cero.
- **Aj2:** Es el nuevo valor que hay que introducir en el parámetro de ajuste en tanto por ciento (%).
- **Qb:** Es la cantidad medida por la báscula en Kilos. Este valor puede ser la media de varias cargas
- **Qc:** Es el valor medido por el caudalímetro en litros o Kilos (Si el parámetro de Densidad es diferente de 1.000).

Flotadores:

Es un interruptor flotador, este dispositivo es utilizado para medir el nivel de líquido dentro de un tanque, el sensor puede activar una bomba, una alarma u otros dispositivos.



De la figura es posible deducir la relación valida para la polea, en ella se observa que cuando el nivel sufre una variación de magnitud dH la polea experimenta un desplazamiento dS de igual magnitud.

- Materiales y formas de construcción

1. **Bimetálicos**

Aleaciones bimetálicas:

Los sensores bimetálicos suelen estar hechos de dos capas de metales o aleaciones con coeficientes de expansión térmica distintos. Por ejemplo, una combinación común es la de acero y latón.

Formas de construcción:

Discos o láminas: Se fabrican en forma de discos o láminas delgadas. Estas láminas pueden unirse en un extremo y se dejan libres en el otro. Cuando hay un cambio de temperatura, la diferencia en la expansión de los dos materiales provoca una curvatura de la lámina.

Espiral: En algunos casos, los sensores bimetálicos se construyen en forma de espirales para proporcionar una mayor sensibilidad a los cambios de temperatura. La espiral se enrolla, y cuando se calienta, se desenrolla debido a las diferencias en la expansión térmica de los materiales.

Resortes bimetálicos: Se utilizan también resortes formados por dos metales con diferentes coeficientes de expansión. Estos resortes pueden utilizarse para controlar interruptores en respuesta a cambios de temperatura

2. **Tubos en U**

Materiales:

Metal: Los tubos en U suelen construirse con materiales metálicos, como acero inoxidable, bronce, o aleaciones de cobre, debido a la resistencia y durabilidad de estos materiales.

Vidrio: En algunos casos, especialmente en aplicaciones de laboratorio, se utilizan tubos en U de vidrio. Estos son adecuados para ciertas aplicaciones donde la compatibilidad química y la visibilidad del fluido son importantes.

Formas de construcción

Configuración en U: La forma básica implica dos extremos de tubos que están conectados en un extremo formando una "U". Un extremo del tubo en U se coloca en la ubicación donde se mide la presión o el nivel, y el otro extremo se deja abierto al aire o conectado a algún otro punto de referencia.

Tubo inclinado o en espiral: En algunas aplicaciones, especialmente cuando se desea mayor sensibilidad, los tubos en U pueden estar dispuestos en forma inclinada o en espiral para amplificar el desplazamiento del fluido y permitir una medición más precisa.

3. **Diafragma**

Materiales

Acero inoxidable: Es un material comúnmente utilizado debido a su resistencia a la corrosión y su durabilidad.

Silicio: En aplicaciones de microsensores, los diafragmas a menudo se fabrican con silicio, aprovechando las propiedades mecánicas del material.

Polímeros: En algunos casos, se utilizan polímeros como el poliéster o poliamida para diafragmas en aplicaciones donde la resistencia química y la flexibilidad son más importantes que la resistencia mecánica.

Formas de construcción

Diafragma plano: La forma más simple es un diafragma plano, que es una lámina delgada que se deforma bajo presión.

Diafragma ondulado o corrugado: La forma ondulada o corrugada aumenta la flexibilidad y la resistencia del diafragma, permitiendo una mayor deformación y, por lo tanto, una mayor sensibilidad en la medición.

Diafragma con forma especial: En algunos casos, el diafragma puede tener una forma específica según la aplicación, como ser cónico o hemisférico, para adaptarse a las condiciones de carga específicas.

4. Celdas

Materiales

Aleaciones metálicas: Las celdas de carga a menudo están hechas de aleaciones metálicas, como acero o aluminio, debido a su resistencia y durabilidad. Las aleaciones específicas pueden variar según la aplicación.

Aleaciones de níquel y cromo: Estas aleaciones pueden ofrecer una buena resistencia a la corrosión y a condiciones ambientales adversas.

Aleaciones de aluminio: Se utilizan en aplicaciones donde la ligereza es crítica, como en aplicaciones aeroespaciales o en sistemas donde el peso es un factor importante.

Formas de construcción

Viga de flexión: Las celdas de carga a menudo tienen forma de viga de flexión, donde la carga se aplica en un punto específico y la deformación resultante se mide para determinar la fuerza aplicada.

Tubo de celda de carga: Algunas celdas de carga tienen forma de tubo, y la fuerza aplicada se mide mediante la deformación del tubo.

Celda de carga tipo S: Tiene una forma alargada similar a la letra "S". Este diseño proporciona una buena sensibilidad a la carga y es común en aplicaciones de pesaje industrial.

5. Tubo de pilot

Materiales

Acero inoxidable: Es comúnmente utilizado debido a su resistencia a la corrosión y durabilidad.

Aluminio: Se utiliza por su ligereza, especialmente en aplicaciones aeroespaciales.

Plásticos de alta resistencia: En algunos casos, se utilizan plásticos reforzados con fibra de vidrio o materiales compuestos para reducir el peso y mejorar la resistencia.

Titanio: En aplicaciones especiales, como en aeronaves de alta gama, se puede utilizar titanio debido a su resistencia y ligereza.

Formas de construcción

Tubo recto: La forma más básica de un tubo de Pitot es un tubo recto que se expone directamente al flujo del fluido.

Cono de impacto: En la parte frontal del tubo de Pitot, a menudo hay un cono de impacto diseñado para dirigir el flujo de fluido directamente hacia el tubo, minimizando turbulencias.

6. Caudalímetros de obstrucción

Materiales

Acero inoxidable: Es comúnmente utilizado debido a su resistencia a la corrosión y durabilidad. También es adecuado para su uso en una variedad de fluidos.

Plásticos técnicos: En aplicaciones donde se requiere resistencia a productos químicos específicos o donde se desea reducir el peso, se pueden utilizar plásticos técnicos como el polietileno, polipropileno o PTFE (politetrafluoroetileno).

Aleaciones de aluminio: Se utilizan en aplicaciones donde se busca reducir el peso, como en sistemas de medición de caudal para líquidos menos corrosivos.

Formas de construcción

Placa de orificio: Es una de las formas más comunes de caudalímetros de obstrucción. Consiste en una placa plana con un orificio central que se instala en la tubería para crear la obstrucción.

Tobera convergente-divergente (Venturi): Este diseño utiliza una tobera que primero se estrecha y luego se ensancha para crear una diferencia de presión que se correlaciona con el caudal.

7. Caudalímetros de área variable

Materiales

Vidrio: El tubo de medición a menudo está hecho de vidrio transparente, lo que permite la visualización directa del flotador y del flujo.

Acero inoxidable: Se utiliza para la construcción del cuerpo del medidor debido a su resistencia a la corrosión.

Plásticos transparentes: En algunos casos, se utilizan plásticos transparentes y resistentes para el tubo de medición en lugar de vidrio.

Metales no corrosivos: Para aplicaciones específicas, se pueden utilizar aleaciones no corrosivas, como el latón o el bronce.

Formas de construcción

Tubo cónico o tubo constrictor: El tubo de medición tiene una forma cónica o se estrecha en un punto, lo que crea una variación en el área a lo largo del tubo.

Escala graduada: El tubo tiene una escala graduada que permite leer directamente el caudal observando la posición del flotador.

8. Flotadores

Materiales:

Plásticos Técnicos:

Aplicación: Polietileno, polipropileno y otros plásticos técnicos se utilizan comúnmente debido a su resistencia química y flotabilidad.

Acero Inoxidable:

Aplicación: Se utiliza para flotadores en entornos corrosivos o para aplicaciones donde se requiere resistencia mecánica.

Cerámica o Vidrio:

Aplicación: En algunas aplicaciones industriales o químicas, los flotadores pueden estar hechos de cerámica o vidrio para resistir la corrosión y mantener la estabilidad química.

Espuma de Poliestireno o Poliuretano:

Aplicación: Utilizado como flotador en aplicaciones más ligeras o en entornos donde la resistencia química no es crítica.

Formas de Construcción:

Esferas o Bolas:

Descripción: Flotadores esféricos que suben o bajan con el nivel del líquido.

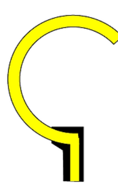
Cilindros Huecos:

Flotadores con forma de cilindro hueco que se elevan o descienden con el nivel del líquido.

Flotadores Tipo Paleta:

Flotadores en forma de paleta que giran con el cambio en el nivel del líquido.

9. Tubos Bourdon



Aleaciones endurecidas por deformación, hechos de:

- Latón (Cobre + zinc + estaño ó Cobre + zinc)
- Bronce fosforoso (Fósforo + bronce)
- Bronce silicio
- Acero inoxidable austenítico
- Monel

Son materiales fáciles de trabajar, resisten corrosión. Sirven para medir medianas y bajas presiones:

- Bajas: 0 a 700 KPa (≈ 100
- Bajas: 0 a 700 KPa (≈ 100 psi)
- Media: 700 a 3500 KPa (≈ 100 a 500 psi)
- Alta: 3500 a 70000 KPa (≈ 500 a 10000 psi)

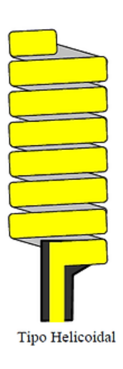


Tipo Espiral

Aleaciones endurecidas por precipitación, hechos de:

- Cobre + berilio
- Monel K
- Iconel X

Son más difíciles de trabajar, pero permiten la construcción de tubos de gran precisión y resisten muy bien a la corrosión: Se utilizan para medir medias y altas presiones.


Tipo Helicoidal

Aleaciones con tratamiento térmico, hechos de:

- Acero ANSI 4130
- Acero ANSI 8630
- Acero ANSI 403
- Acero inoxidable martensítico

La facilidad de trabajo del material es intermedia. Se utilizan para medir altas presiones.

- Aplicaciones con ejemplos de su uso

Automoción

Los sensores primarios se utilizan en la industria automotriz para aplicaciones como la medición de temperatura del motor, la detección de presión de los neumáticos, la medición de nivel de combustible, el control de emisiones, la detección de proximidad y la monitorización del sistema de frenado.


Imagen1: Detector de presión de neumáticos

Electrónica de consumo

Los sensores primarios se encuentran en muchos dispositivos electrónicos de consumo, como teléfonos inteligentes, tabletas, relojes inteligentes y sistemas de realidad virtual. Estos sensores se utilizan para funciones como el reconocimiento de huellas dactilares, la detección de movimiento, la orientación espacial, la medición de la luz ambiente y la monitorización del ritmo cardíaco.

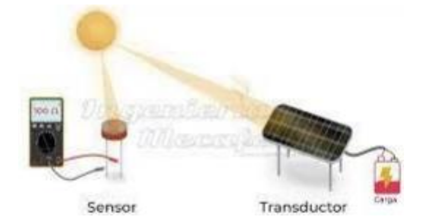


Imagen 2: Fotorresistencia, sensor medidor de luz ambiente

Industria tecnológica

El auge de los equipos de alta tecnología allanó el camino para la fabricación de alta precisión. Las mediciones de precisión deben mantenerse al día con los procesos de producción que se mejoran todos los días. Se requieren sensores de presión que permitan mediciones más sensibles para mediciones de flujo de aire, salas limpias, sistemas láser y más.



Imagen 3: Sensor de presión

Bibliografía:

1. Tubo Bourdon | Facultad-Ingenieria. (s. f.). facultad-ingenieria. https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/copia-de-copia-de-copia-de-en-blanco
2. Mecafenix, I. (2023, 19 septiembre). *Que son los sensores, que tipos existen y como funcionan*. Ingeniería Mecafenix. https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/guia-sensores/
3. Turmero, P. (2015, 28 octubre). *Interfases y transductores. sensores primarios*.Monografias.com. https://www.monografias.com/trabajos106/interfases-y-transductores-sensores-primarios/interfases-y-transductores-sensores-primarios.
4. Turmero, P. (2021, 12 marzo). *Principios y Aplicación de los sensores (página 2)*. Monografias.com. https://www.monografias.com/trabajos107/principios-y-aplicacion-sensores/principios-y-aplicacion-sensores2
5. UpKeep. (s. f.). *CMMS, EAM & IIOT software by UpKeep Asset Operations Management | Try Free*. onupkeep. https://upkeep.com/es/learning/pressure-sensors-types/#los-sensores-de-presi%C3%B3n-pueden-ahorrarle-tiempo-y-dinero-a-su-empresa
6. *Interfases y transductores*. (s. f.). ppt video online descargar. https://slideplayer.es/slide/3867424/